

ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ ΦΑΣΜΑΤΟΧΗΜΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

φαινόμενα

- απορρόφηση
- φθορισμός
- φωσφορισμός
- σκέδαση
- εκπομπή
- χημειοφωταύγεια

Εκπομπή

Εκπεμπόμενη ακτινοβολία, P_e

$$P_e = k c \quad \text{Ατομική εκπομπή}$$

Φωταύγεια

Φωταυγάζουσα ακτινοβολία, P_l

$$P_l = k c \quad \text{Ατομικός και μοριακός φθορισμός, φωσφορισμός και χημειοφωταύγεια}$$

Σκέδαση

Σκεδαζόμενη ακτινοβολία, P_{sc}

$$P_{sc} = k c \quad \text{Σκέδαση Raman, θολωσιμετρία, νεφελομετρία}$$

Απορρόφηση

Εισερχόμενη ακτινοβολία P_0

Διερχόμενη ακτινοβολία P

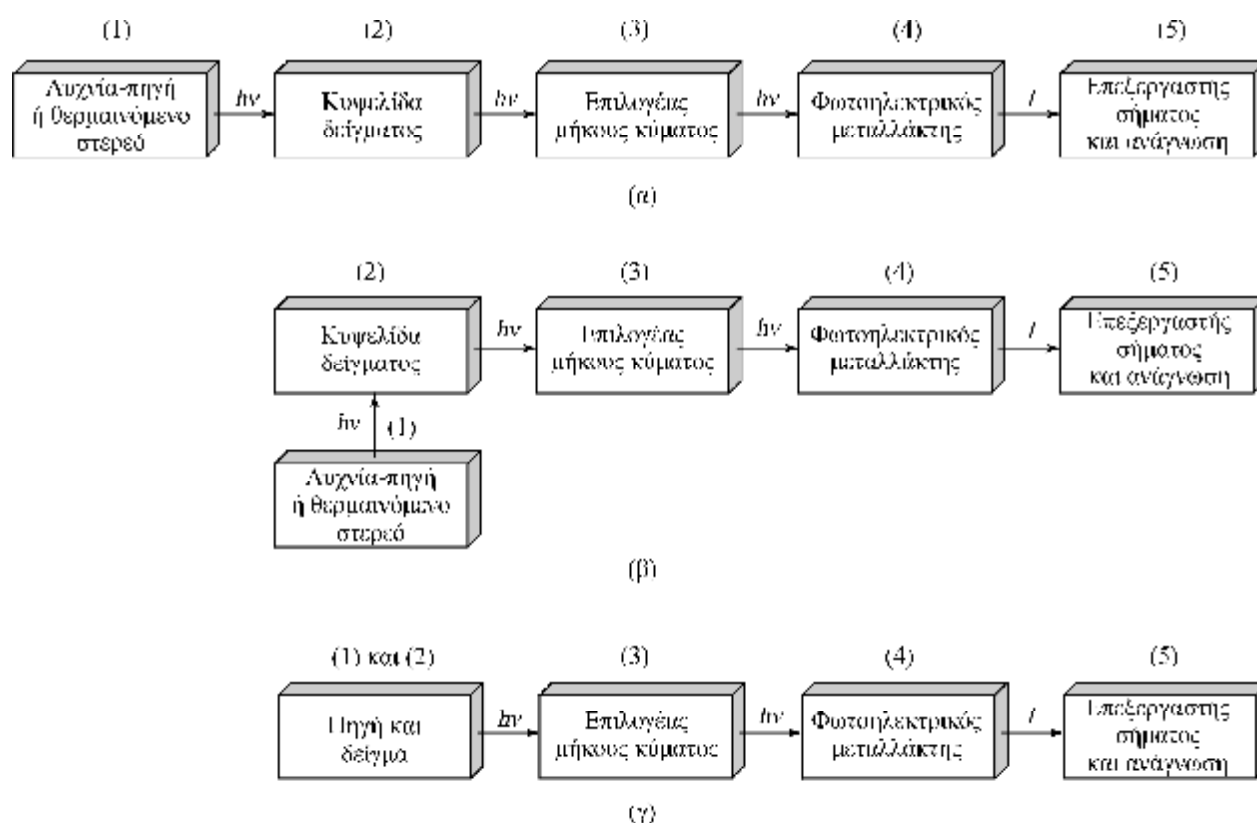
$$-\log(P/P_0) = k c \quad \text{Ατομική και μοριακή απορρόφηση}$$

Ένα τυπικό όργανο «δύναται» να περιέχει:

- μια σταθερή πηγή ακτινοβολίας
- ένα οπτικά διαφανές δοχείο (δείγμα)
- μια μονάδα για απομόνωση περιορισμένης περιοχής του προς μέτρηση φάσματος
- έναν ανιχνευτή ακτινοβολίας

μετατρέπει την ακτινοβολούμενη ενέργεια σε εύχρηστο αναλυτικό σήμα (συνήθως ηλεκτρικό)

- μια μονάδα επεξεργασίας και ανάγνωσης του σήματος



Σχηματική διάταξη διαφόρων τύπων οργάνων οπτικής φασματοσκοπίας*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

ΠΗΓΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

**Απαραίτητη προϋπόθεση:
δέσμη ακτινοβολίας με αρκετή ισχύ**

ισχύς ακτινοβολίας \approx (τάση τροφοδοσίας της πηγής)ⁿ

- σταθεροποιημένα τροφοδοτικά
- όργανα “διπλής δέσμης”

αναλυτική παράμετρος:
λόγος του σήματος του δείγματος προς το σήμα της
πηγής απουσία του δείγματος

συνεχείς πηγές (continuum sources)

εκπομπή ακτινοβολίας με ένταση που μεταβάλλεται
κατά τρόπο συνεχή με το μήκος κύματος

πηγές γραμμών (line sources)

εκπομπή γραμμών ή ζωνών ακτινοβολίας σε περιοχή
μήκους κύματος

Μήκος κύματος, nm 100 200 400 700 1000 2000 4000 7000 10.000 20.000 40.000

| Φασματική περιοχή | Κενού | UV | Ορατό | Εγγύς IR | IR | IR | IR | IR | IR | Απω IR | |
|--|-----------|------------------------------------|---------------------------|------------|------|---------------|----|----|----|--------|--|
| (α) Υλικά για κυψελίδες, παράθυρα, φακούς και πρίσματα | | | L.F. | | | | | | | | |
| | | | Τηγμένη πυριτία ή χαλαζία | | | | | | | | |
| | | | Υάλος Correx | | | | | | | | |
| | | | Πυριτική ύαλος | | | | | | | | |
| | | | | NaCl | | | | | | | |
| | | | | KBr | | | | | | | |
| | | | | TlBr ή TlI | | | | | | | |
| | | | | | ZnSe | | | | | | |
| (β) Επιλογείς μήκους κύματος | Συνεχείς | Πρίσμα φθορίτη | | | | | | | | | |
| | | Πρίσμα τηγμένης πυριτίας ή χαλαζία | | | | | | | | | |
| | | Πρίσμα ύαλου | | | | | | | | | |
| | | Πρίσμα NaCl | | | | | | | | | |
| | | Πρίσμα KBr | | | | | | | | | |
| | Ασυνεχείς | 3000 γραμμές/mm | | | | | | | | | |
| | | Φράγματα | | | | | | | | | |
| | | Σφήνες συμβολής | | | | | | | | | |
| | | Φίλτρα συμβολής | | | | | | | | | |
| | | Υάλινα φίλτρα | | | | | | | | | |
| | | | | | | 50 γραμμές/mm | | | | | |

(α) Υλικά κατασκευής οπτικών τμημάτων οργάνων
 (β) Υλικά επιλογέων μήκους κύματος φασματοσκοπικών οργάνων*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Μήκος κύματος, nm 100 200 400 700 1000 2000 4000 7000 10.000 20.000 40.000

| Φασματική περιοχή | Κενό | UV | Ορατό | Εγγύς IR | IR | Άπω IR | | | | |
|---------------------|---|----------------|--|---------------------|----|--------|--|--|--|--|
| (α) Πηγές | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> Λυχνία Ar </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Λυχνία Xe </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Λυχνία H₂ or D₂ </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Λυχνία βολφραμίου </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Πυρακτωτής Nernst (ZrO₂ + Y₂O₃) </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Σύρμα nichrome (Ni + Cr) </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Πυρακτωμένη ράβδος (Globar) (SiC) </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Λυχνίες κοίλης καθόδου </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Λείζερ </div> </div> | | | | | | | | | |
| | | Συνεχείς | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | Γραμμικές | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | (β) Ανιχνευτής | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> Φωτογραφικά φιλμ </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Φωτοπολλαπλασιαστές </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Φωτολυχνίες </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Φωτοστοιχεία </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Δίοδοι πυριτίου </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Ανιχνευτές μεταφοράς φορτίου </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Φωτοαγώγια στοιχεία </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Θερμοζεύγος (τάση) ή βολόμετρο (αντίσταση) </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Πνευματική κυψελίδα Golay </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> Πυροηλεκτρικά στοιχεία (χωρητικότητα) </div> </div> | | | | | | | |
| | | | | Ανιχνευτές φωτονίων | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Θερμικοί ανιχνευτές | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

(α) Πηγές φασματοφωτομέτρων
(β) ανιχνευτές φασματοφωτομέτρων*

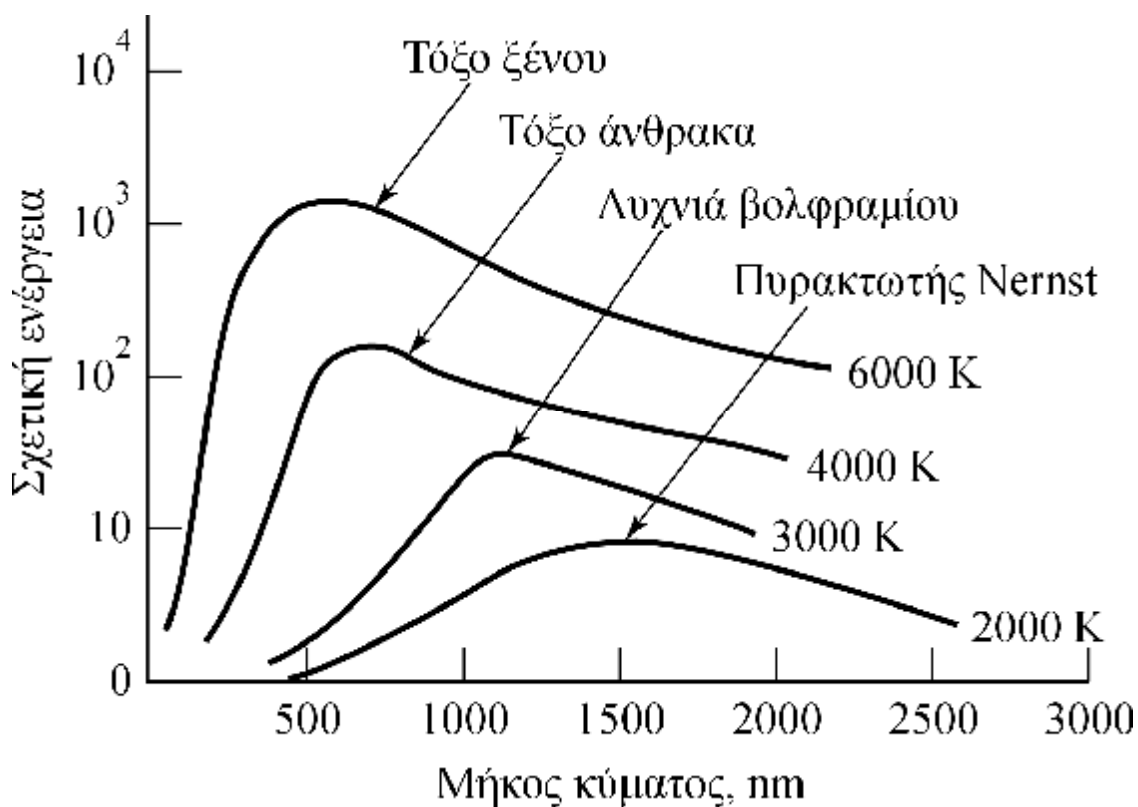
* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Συνεχείς πηγές

- φασματοσκοπία απορρόφησης
- φασματοσκοπία φθορισμού

Πυράκτωση στερεού σώματος - θερμική ακτινοβολία

ακτινοβολία μέλανος σώματος (blackbody radiation)



Ακτινοβολία μέλανος σώματος*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Λυχνίες νήματος βολφραμίου

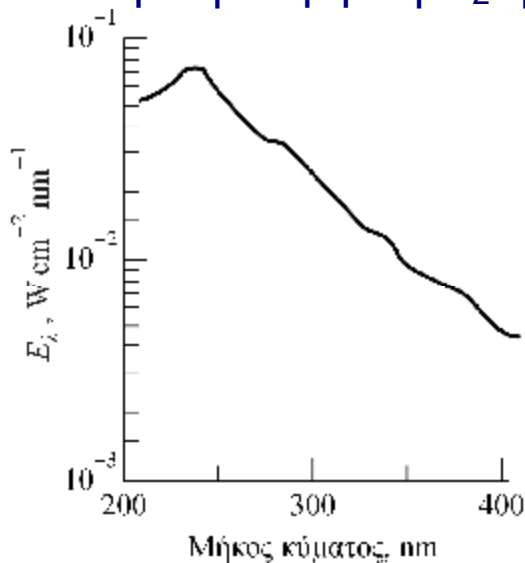
- ορατή και εγγύς-υπέρυθρη ακτινοβολία
- 2870 K - 350 ως 2500 nm

Λυχνίες βολφραμίου/αλογόνου σε χαλαζία

- 3500 K - υπεριώδης ακτινοβολία
- σχηματισμός πτητικού Wl_2

Λυχνίες δευτερίου και υδρογόνου

Ηλεκτρική διέγερση D_2 ή H_2 σε χαμηλή πίεση



Φάσμα εκπομπής λυχνίας δευτερίου*

Λυχνία τόξου ξένου

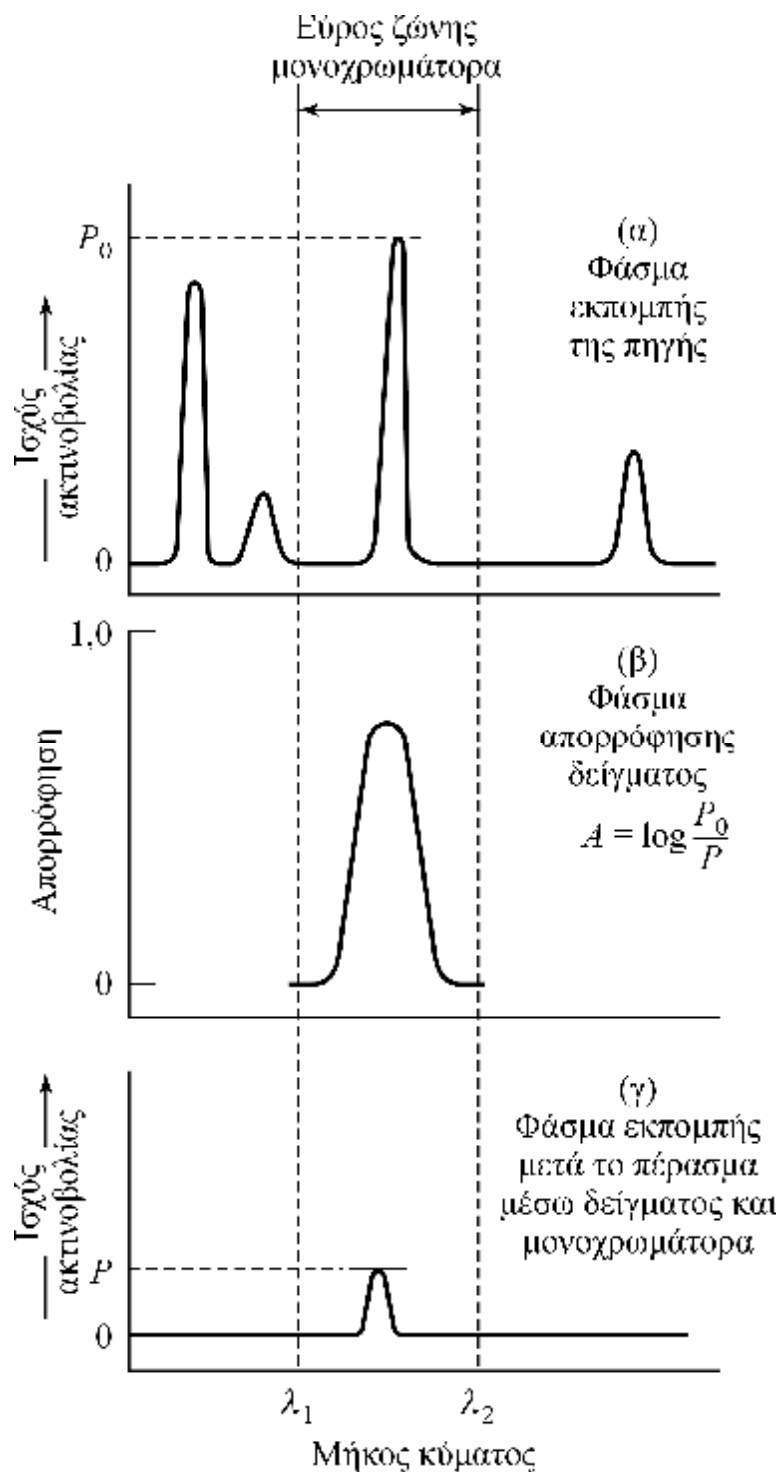
- διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος σε ατμόσφαιρα ξένου
- 200 - 1000 nm ($\lambda_{\max} = 500$ nm)

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Πηγές γραμμών

- φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης
- φασματοσκοπία ατομικής και μοριακής φθορισμομετρίας
- φασματοσκοπία Raman
- διαθλασιμετρία
- πολωσιμετρία

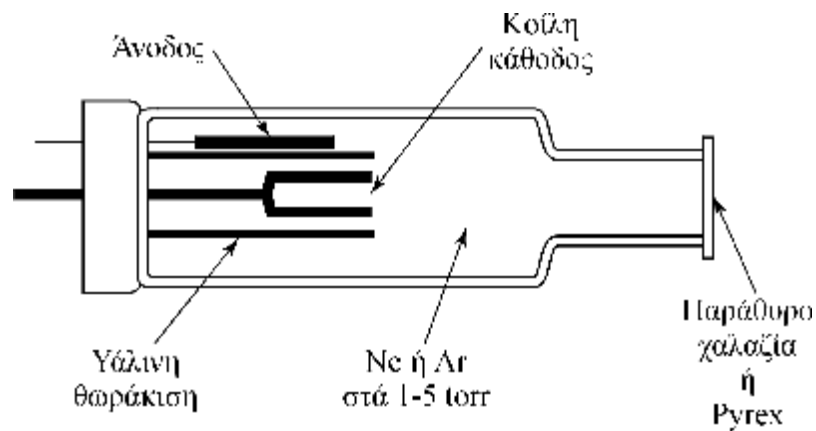
- λυχνίες ατμών υδραργύρου και νατρίου
- λυχνίες κοίλης καθόδου
- λυχνίες εκκενώσεων χωρίς ηλεκτρόδια



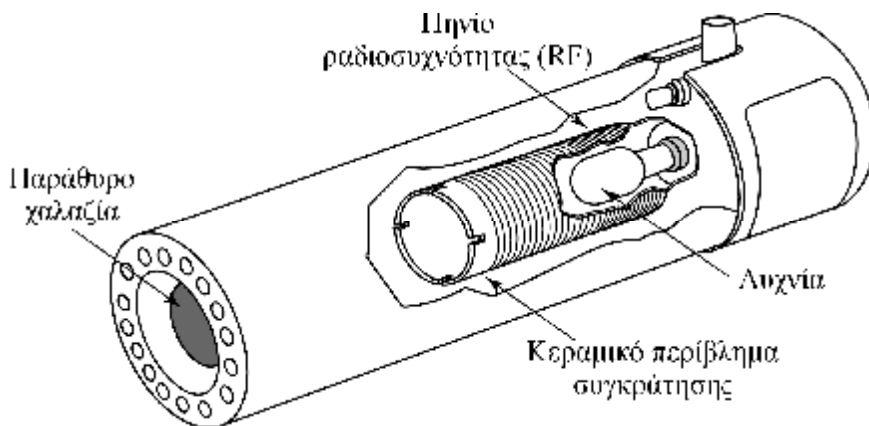
Απορρόφηση γραμμής συντονισμού από άτομα*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Λυχνίες κοίλης καθόδου (hollow cathode lamp, HCL)



Λυχνίες εκκένωσης χωρίς ηλεκτρόδια (electrodeless discharge lamps, EDLs)



- αδρανές αέριο (Ar) σε πίεση λίγων torr και μικρή ποσότητα του μετάλλου (ή άλατός του)
- ισχυρά πεδία ραδιοσυχνοτήτων ή ακτινοβολία μικροκυμάτων

ΕΠΙΛΟΓΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

Νόμος του Beer

$$A = \epsilon bc$$

μονοχρωματική ακτινοβολία

c mol/L

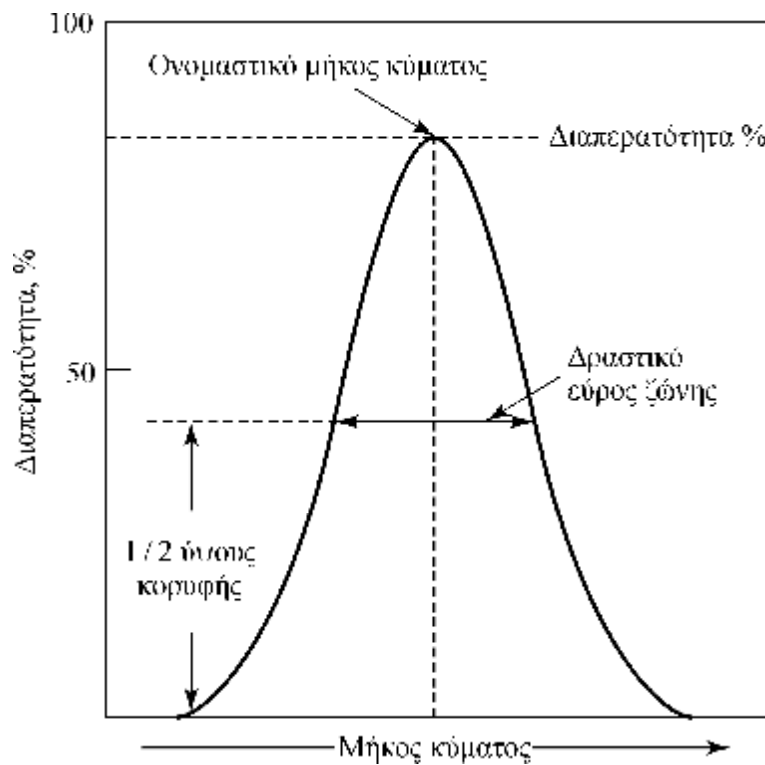
b cm

ϵ γραμμομοριακή απορροφητικότητα
(molar absorptivity) $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

**γραμμικότητα μεταξύ του οπτικού
αναλυτικού σήματος και της συγκέντρωσης**

μονοχρωματική ακτινοβολία ?

στενή και συνεχή ομάδα μηκών κύματος
ζώνη ή ταινία (band)



Φασματική ζώνη ακτινοβολίας εξόδου
από έναν τυπικό επιλογέα μήκους κύματος*

δραστικό (ή αποτελεσματικό) εύρος ζώνης (effective bandwidth)

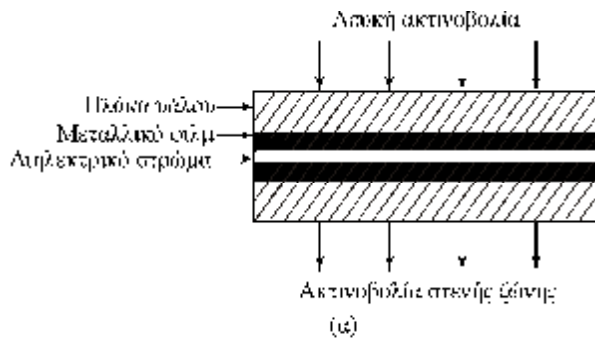
- φίλτρα
- μονοχρωμάτορες

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Φίλτρα

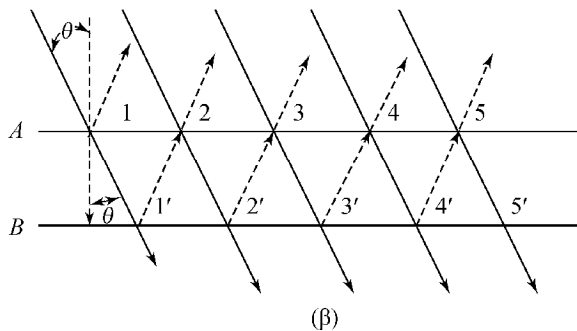
- φίλτρα συμβολής (φίλτρα *Fabry-Perot*) (interference filters) (υπεριώδης, ορατή και τμήμα υπέρυθρης περιοχής)
- φίλτρα απορρόφησης (absorption filters) (ορατή περιοχή)

Φίλτρα συμβολής



διαφανές διηλεκτρικό
(CaF_2 ή MgF_2) *

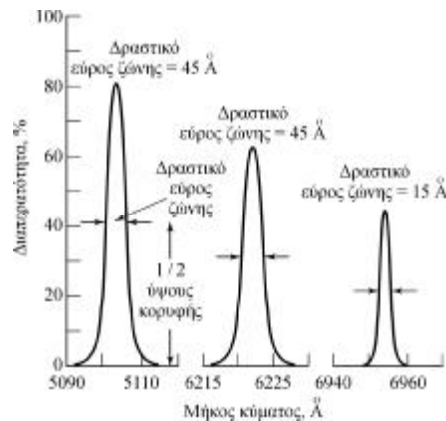
t = πάχος διηλεκτρικού
στρώματος



λ = μήκος κύματος

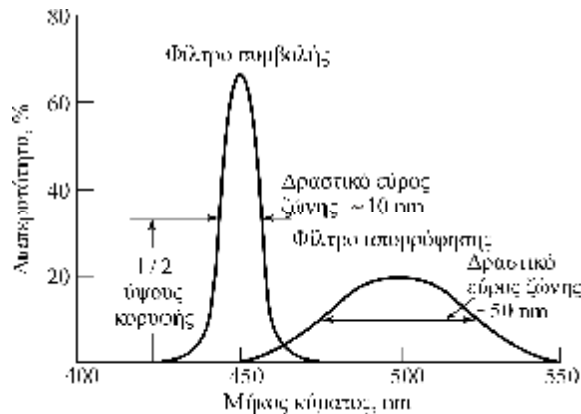
διερχόμενης ακτινοβολίας

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)



Χαρακτηριστικά διαπερατότητας φίλτρου συμβολής*

Φίλτρα απορρόφησης



Δραστικό εύρος ζώνης για δύο τύπους φίλτρων*

1. απορρόφηση συγκεκριμένων περιοχών του φάσματος
2. δραστικό εύρος ζώνης 30 - 250 nm

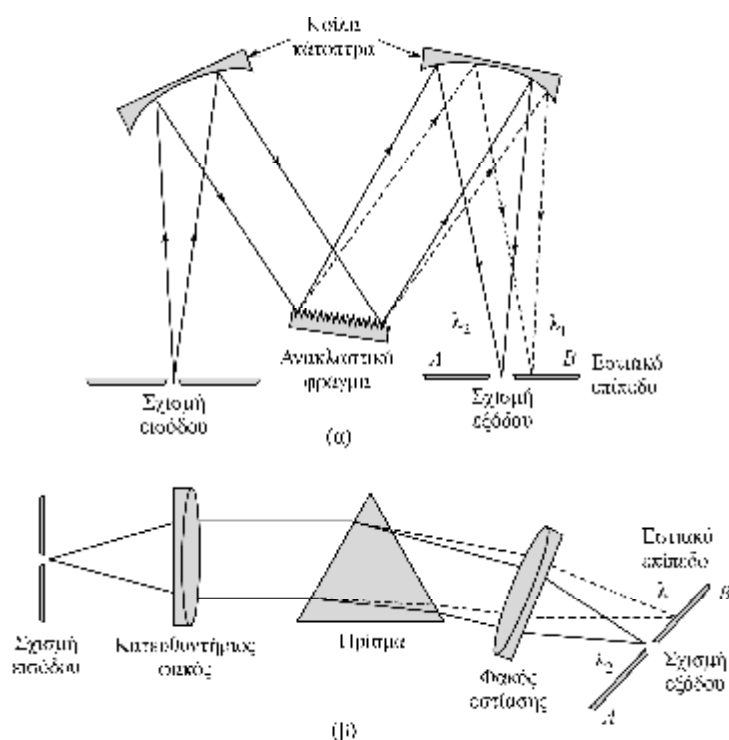
Σάρωση φάσματος??

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Μονοχρωμάτορες

- σχισμή εισόδου
- φακό ή κάτοπτρο
- πρίσμα ή φράγμα
- εστίαση στο *εστιακό επίπεδο* (focal plane)
- σχισμή εξόδου

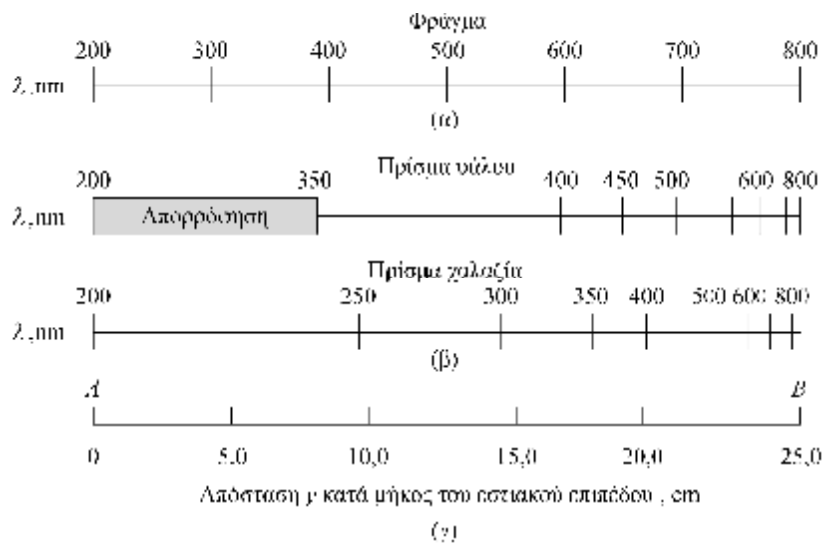


(α) Μονοχρωμάτορας φράγματος (Czerney-Turner)

(β) μονοχρωμάτορες πρίσματος Bunsen*

($\lambda_1 > \lambda_2$)

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

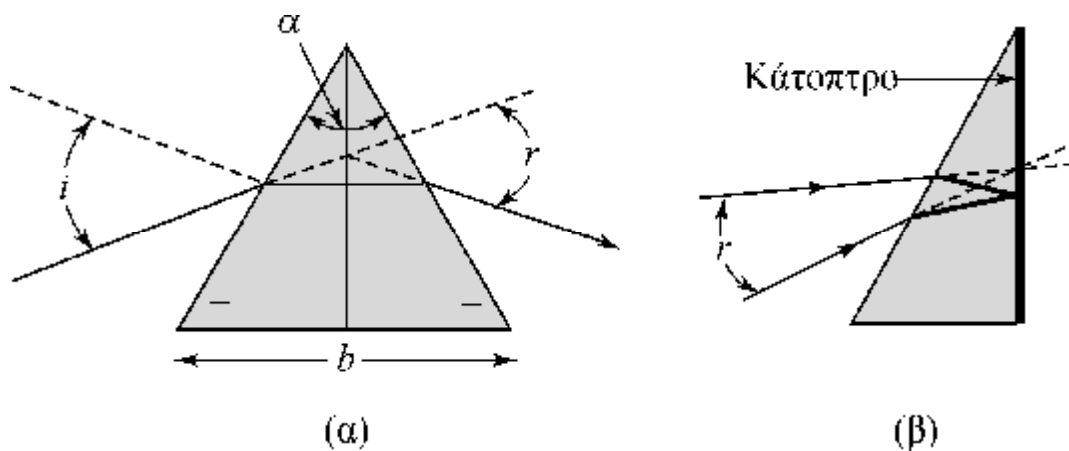


Ανάλυση του φωτός για τρεις τύπους μονοχρωματόρων*

γραμμική διασπορά

μη γραμμική διασπορά

Μονοχρωμάτορες πρίσματος



Διασπορά ακτινοβολίας με πρίσμα
 (α) Τύπος χαλαζία Cornu και (β) Τύπος Littrow*

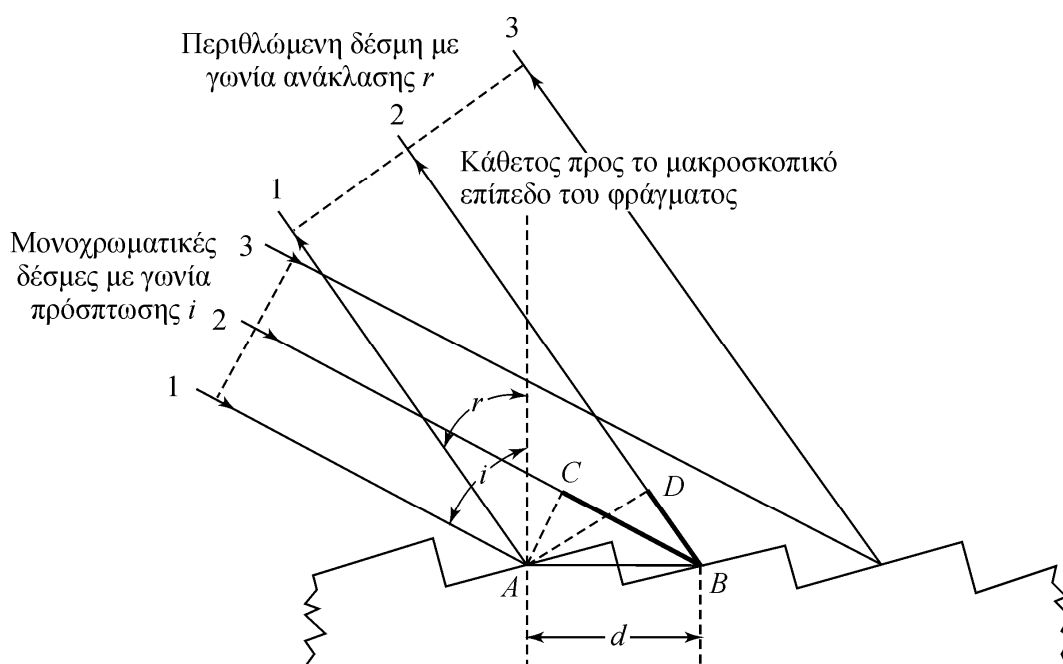
* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Μονοχρωμάτορες φράγματος

διαπερατό φράγμα (transmission grating)

ανακλαστικού φράγματος (reflection grating)

υπεριώδης και ορατή περιοχή 300 - 2000 χαραγές/mm (1200 – 1400)
υπέρυθρη περιοχή 10 - 200 χαραγές/mm



Μηχανισμοί περίθλασης σε φράγμα τύπου echellette*

n = τάξη περίθλασης (diffraction order)

d = σταθερά του φράγματος (απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών χαραγών)

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Χαρακτηριστικά ποιότητας των μονοχρωματόρων φραγμάτων

- καθαρότητα της ακτινοβολίας
- ικανότητα διακρίσεως παρακείμενων μηκών κύματος
- ικανότητα συλλογής ισχύος ακτινοβολίας
- εύρος της φασματικής ζώνης

Φασματική καθαρότητα

- μηχανικές ατέλειες
- σωματίδια σκόνης

παράσιτη ακτινοβολία (stray radiation)

κάλυψη εσωτερικών τοιχωμάτων με μαύρο χρώμα

Διασπορά στους μονοχρωμάτορες φράγματος

*Η ικανότητα ενός μονοχρωμάτορα να
διαχωρίσει διάφορα μήκη κύματος*

Διακριτική ισχύς ενός μονοχρωμάτορα

resolving power, R

Εκφράζει την ικανότητα ενός μονοχρωμάτορα να διαχωρίζει παρακείμενα είδωλα με πολύ μικρή διαφορά μήκους κύματος και ορίζεται ως

$$R = \lambda / \Delta\lambda$$

λ = μέση τιμή των μηκών κύματος, $\Delta\lambda$ = διαφορά

μονοχρωμάτορας υπεριώδους-ορατής περιοχής $R \approx 10^3 - 10^4$

Φωτοσυγκεντρωτική ισχύς μονοχρωμάτορα

Αν ενέργεια ακτινοβολίας στον ανιχνευτή \uparrow , τότε $S/N \uparrow$

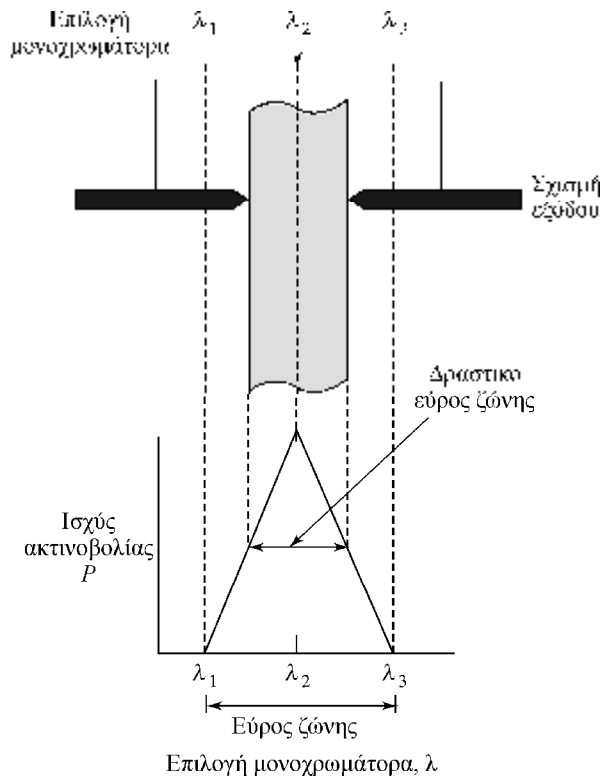
αριθμός f (f /number) : μέτρο της ικανότητας του μονοχρωμάτορα να συλλέγει την ακτινοβολία, η οποία διέρχεται από τη σχισμή εξόδου

$$f = F/d$$

F = εστιακή απόσταση κατευθυντηρίου κατόπτρου (ή φακού), d = η διάμετρος

Οι σχισμές (slits) ενός μονοχρωμάτορα

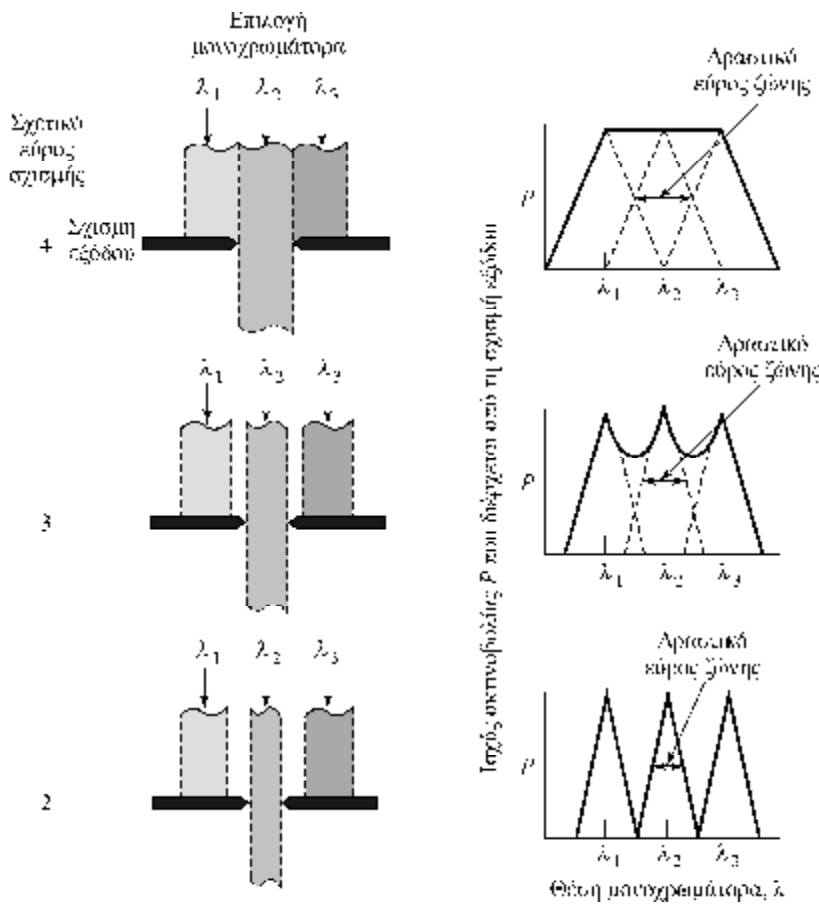
Επίδραση εύρους σχισμής στη διακριτική ικανότητα



Φωτισμός μιας σχισμής εξόδου με μονοχρωματική ακτινοβολία λ_2 για διάφορες θέσεις του μονοχρωμάτορα*

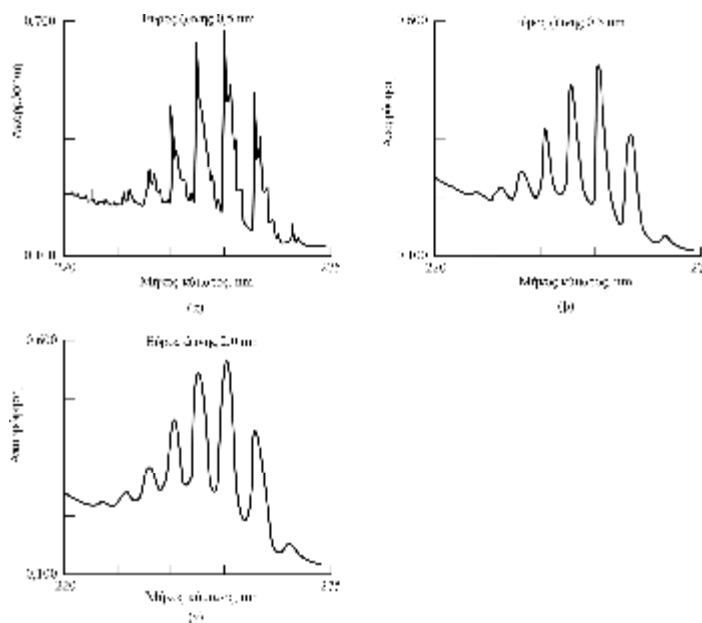
$$\text{σχισμή εισόδου} = \text{σχισμή εξόδου} = w$$

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)



Επίδραση του εύρους της σχισμής στα φάσματα*

πλήρης διαχωρισμός δύο φασματικών κορυφών είναι δυνατός μόνο όταν το εύρος της σχισμής ρυθμισθεί στο μισό της διαφοράς των μηκών κύματος των δύο κορυφών



Επίδραση εύρους ζώνης στο φάσμα ατμών βενζολίου: (α) 0,5 nm, (β) 1,0 nm, (γ) 2,0 nm*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

ΔΟΧΕΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (ΚΥΨΕΛΙΔΕΣ)

υλικά διαπερατά από την ακτινοβολία
στην περιοχή μελέτης

- χαλαζίας ή τηγμένη πυριτία (SiO_2)
- Πυριτικές ύαλοι (350 - 2000 nm)
- πλαστικές κυψελίδες : ορατή περιοχή
- υπέρυθρη περιοχή : παράθυρα κυψελίδων από κρυσταλλικό χλωριούχο νάτριο

ΜΕΤΑΛΛΑΚΤΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

transducer

- ανθρώπινο μάτι
- φωτογραφική πλάκα
- φωτογραφικό φιλμ

**Οπτικός μεταλλάκτης
μετατρέπει την ενέργεια ακτινοβολίας σε
ηλεκτρικό σήμα**

Ιδιότητες του ιδανικού μεταλλάκτη

- υψηλή ευαισθησία
- υψηλό λόγο σήματος-προς-θορύβο (S/N)
- σταθερή απόκριση σε μεγάλη περιοχή μηκών κύματος
- ταχεία απόκριση
- όταν δεν εκτίθεται σε ακτινοβολία το σήμα εξόδου πρέπει να είναι μηδενικό
- το ηλεκτρικό σήμα το οποίο παράγει ο μεταλλάκτης θα πρέπει να είναι ανάλογο προς την ένταση της ακτινοβολίας P

$$S = kP$$

S = ηλεκτρικό σήμα (π.χ.μΑ)

k = ευαισθησία βαθμονόμησης

σκοτεινό ρεύμα (dark current), k_d

μικρή σταθερή απόκριση απουσία ακτινοβολίας

$$S = kP + k_d$$

κυκλώματα αντιστάθμισης

Τύποι μεταλλακτών ακτινοβολίας

φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές

η απόκρισή τους εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας

θόρυβος βολής (shot noise)

θερμικοί μεταλλάκτες

απόκριση ανεξάρτητη από το μήκος κύματος

χαμηλότερη ευαισθησία από τους φωτοηλεκτρικούς μεταλλάκτες

θερμικός θόρυβος

Φωτοηλεκτρικοί μεταλλάκτες

φωτοβολταϊκά στοιχεία

η ενέργεια ακτινοβολίας παράγει ρεύμα στη διεπιφάνεια στρώματος ημιαγωγού-μετάλλου

φωτολυχνίες

εκπομπή ηλεκτρονίων από φωτοευαίσθητη επιφάνεια στην οποία προσπίπτει ακτινοβολία

φωτοπολλαπλασιαστές (PMT)

η ακτινοβολία προσπίπτει σε φωτοευαίσθητη επιφάνεια, παράγονται ηλεκτρόνια τα οποία με διάφορες μεταλλικές επιφάνειες μετατρέπονται σε “καταρράκτη” ηλεκτρονίων

μεταλλάκτες φωτοαγωγιμότητας

κατά την απορρόφηση ακτινοβολίας από έναν ημιαγωγό, παράγονται ηλεκτρόνια και οπές, τα οποία αυξάνουν την αγωγιμότητα

φωτοδίοδοι πυριτίου

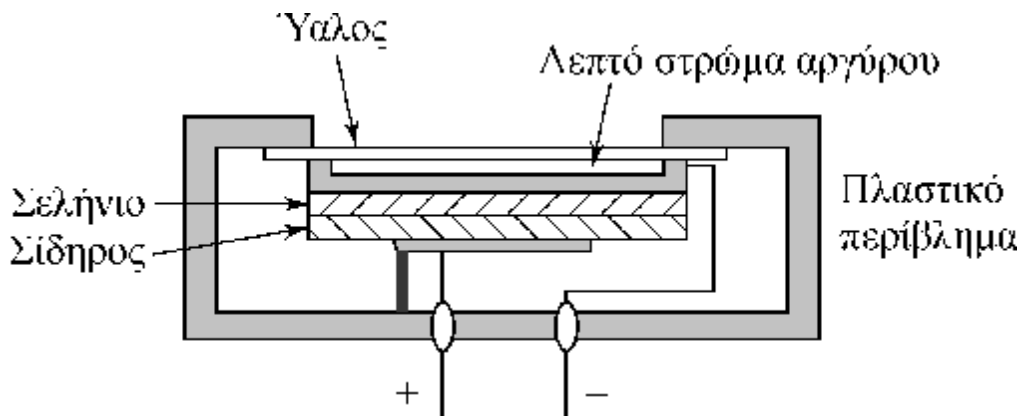
τα προσπίπτοντα φωτόνια αυξάνουν την αγωγιμότητα μιας ανάστροφα πολωμένης επαφής pn

μεταλλάκτες μεταφοράς φορτίου

συλλέγουν και μετρούν φορτία που αναπτύσσονται σε κρύσταλλο πυριτίου, ως αποτέλεσμα απορρόφησης φωτονίων

Φωτοβολταϊκά στοιχεία

- ορατή περιοχή
- μέγιστη ευαισθησία στα 550 nm
- μείωση κατά 10% της μέγιστης τιμής στα 350 και 750 nm
- ευαισθησία ανθρώπινου οφθαλμού



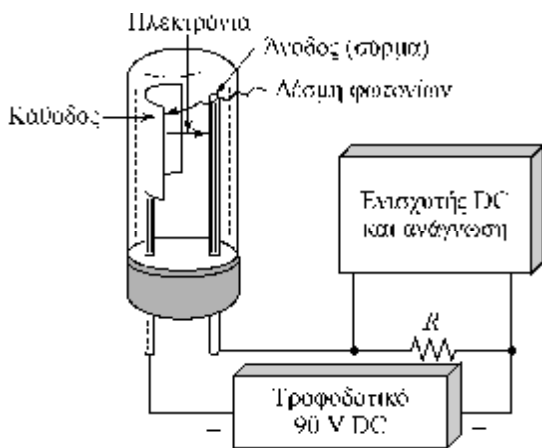
Σχηματική παράσταση ενός στοιχείου στρώματος-φραγμού*

- επίπεδο ηλεκτρόδιο χαλκού ή σιδήρου
- στρώμα ημιαγωγού υλικού (π.χ. Se)
- ζεύγη φορέων ηλεκτρισμού, δηλ. ηλεκτρονίων και οπών
- παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος

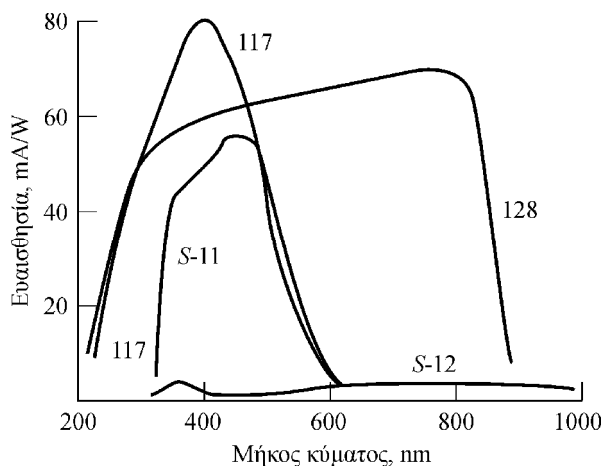
* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Φωτολυχνίες κενού

vacuum phototube



Φωτολυχνία*



Φασματική απόκριση
φωτοευαίσθητων επιφανειών*

φωτοευαίσθητες επιφάνειες

διαλκαλικά κράματα (π.χ. τύπος 117)

κάλιο, καίσιο και αντιμόνιο

κράματα αλκαλίων (π.χ. Na/K/ Cs/Sb)

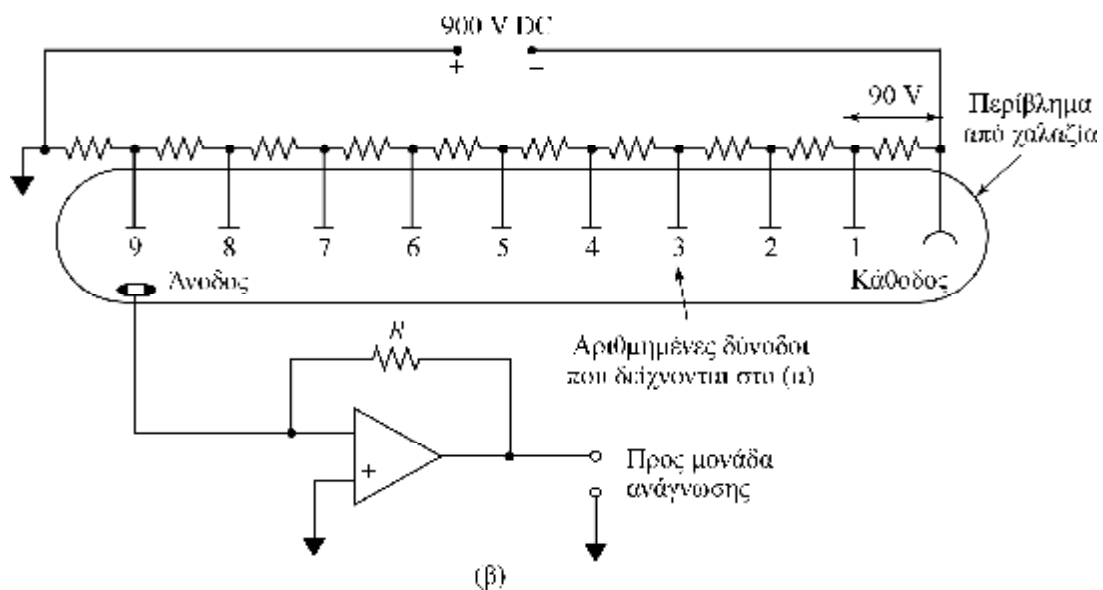
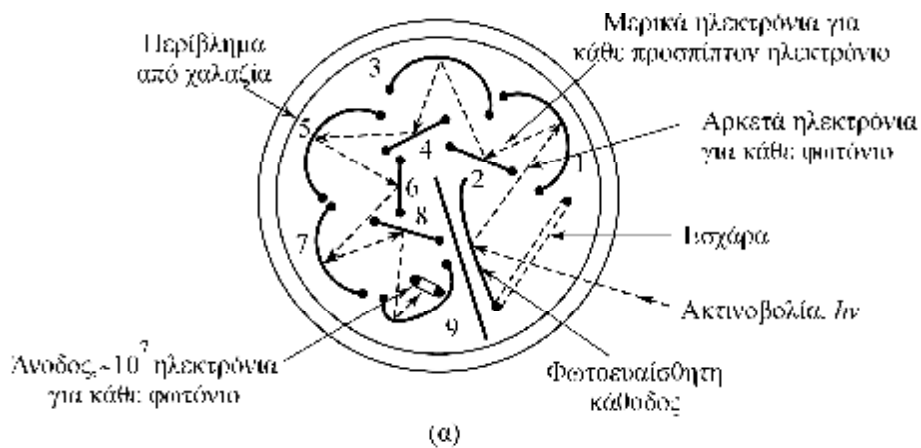
μικρό σκοτεινό ρεύμα

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

Φωτοπολλαπλασιαστές

photomultiplier tubes, PMTs

9 δύνοδοι: 1 φωτοηλεκτρόνιο \rightarrow 10^6 έως 10^7 ηλεκτρόνια



Φωτοπολλαπλασιαστής*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΣΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ο επεξεργαστής σήματος (signal processor) είναι μια ηλεκτρονική συσκευή, η οποία ενισχύει το ηλεκτρικό σήμα που παράγεται στο μεταλλάκτη

- κλασικά όργανα βελόνας
- ψηφιακά όργανα
- κλίμακες των ποτενσιομέτρων
- σωλήνες καθοδικών ακτίνων (π.χ. οθόνες παλμογράφων και υπολογιστών)

ΤΥΠΟΙ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

φασματοσκόπιο (spectroscope)

οπτικό όργανο για οπτική (“με το μάτι”) αναγνώριση ατομικών γραμμών εκπομπής

χρωματόμετρο (colorimeter)

όργανο μέτρησης της απορρόφησης με ανιχνευτή το ανθρώπινο μάτι - σύγκριση του χρώματος με ένα ή περισσότερα πρότυπα δείγματα

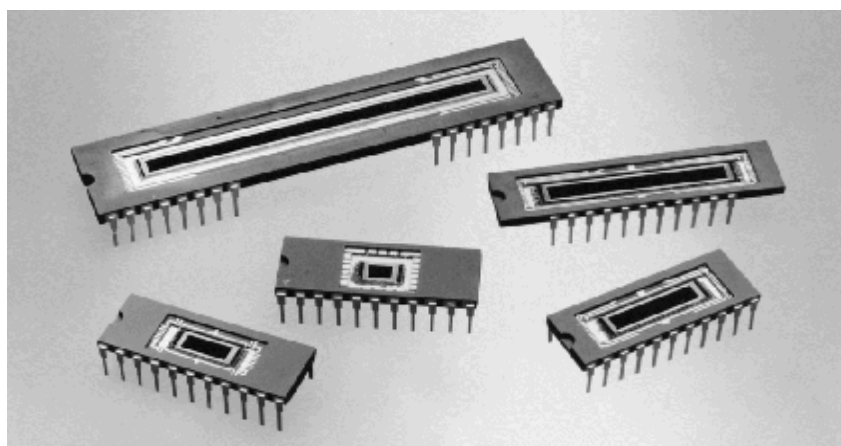
φωτόμετρο (photometer)

πηγή, φίλτρο, φωτοηλεκτρικό μεταλλάκτη, επεξεργαστή σημάτων και σύστημα ανάγνωσης αποτελεσμάτων
χρωματόμετρα ή φωτοηλεκτρικά χρωματόμετρα

φθορισμόμετρα (fluorimeters)

φασματογράφος (spectrograph)

φάσμα της αναλυόμενης ακτινοβολίας
φωτογραφικό φιλμ ή πλάκα, συστοιχίες φωτοδιόδων ή στοιχείων μεταφοράς φορτίου



Συστοιχίες
διόδων
διαφόρων
μεγεθών*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)

φασματόμετρο (spectrometer)

πληροφορίες για την ένταση της ακτινοβολίας σε συνάρτηση με το μήκος κύματος

φασματοφωτόμετρο (spectrophotometer)

φασματόμετρο με μία ή περισσότερες σχισμές εξόδου και φωτοηλεκτρικούς μεταλλάκτες, οι οποίοι επιτρέπουν τον προσδιορισμό του λόγου των εντάσεων δύο δεσμών σε συνάρτηση με το μήκος κύματος, όπως γίνεται στη φασματοσκοπία απορρόφησης

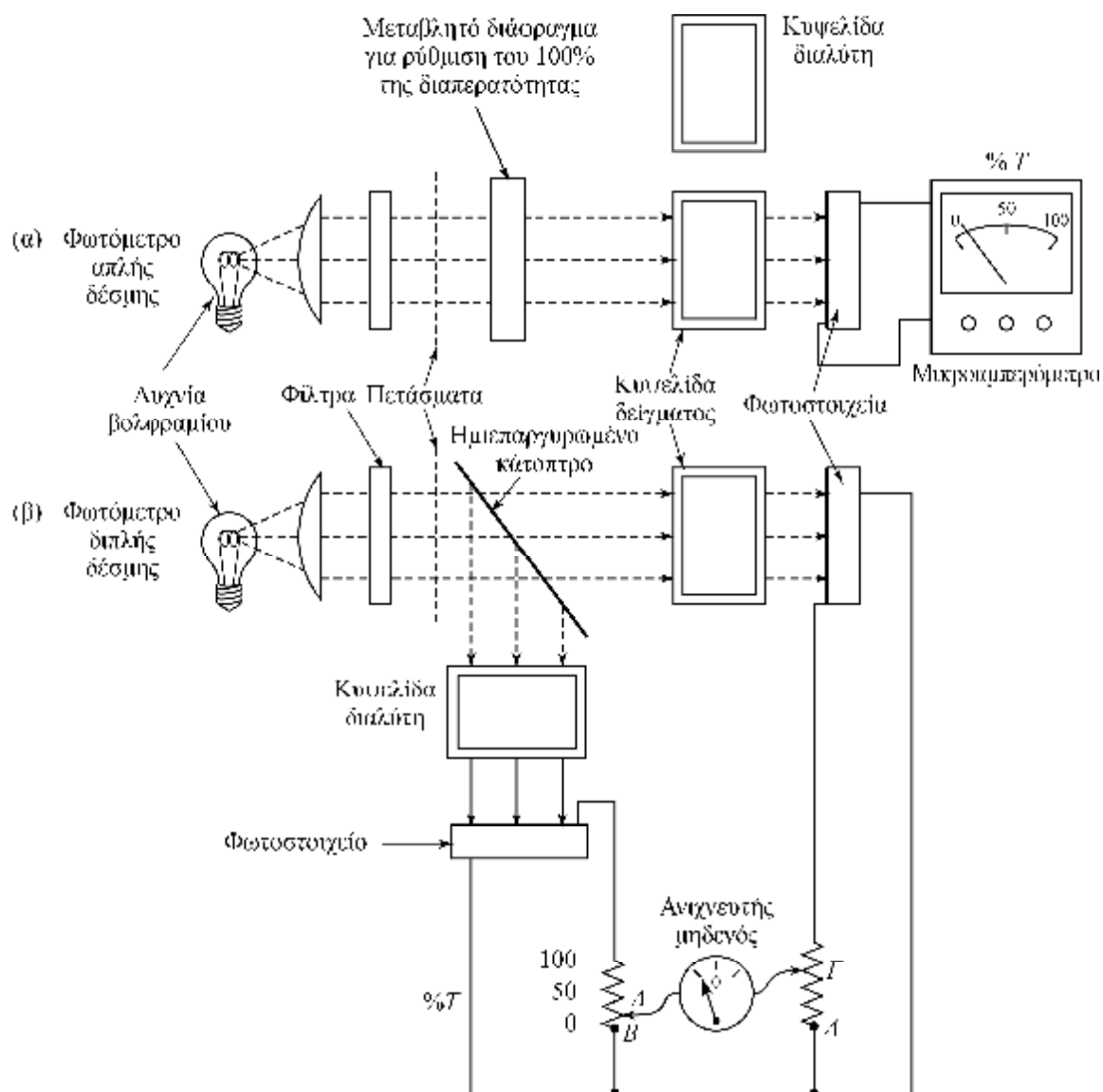
φασματοφθορισμόμετρο (spectrofluorimeter)

απλής δέσμης (single beam)

διπλής δέσμης(double-beam)

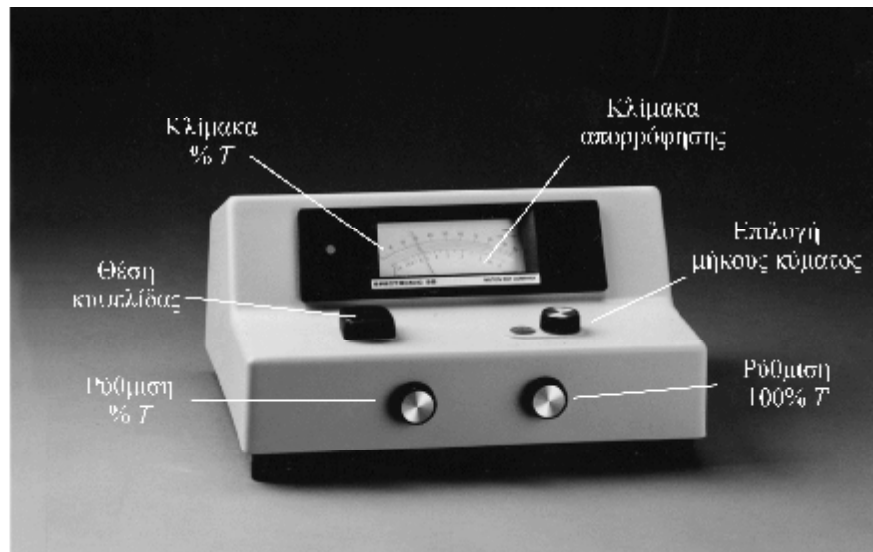
πολυδιαυλικά όργανα

Μερικά τυπικά όργανα

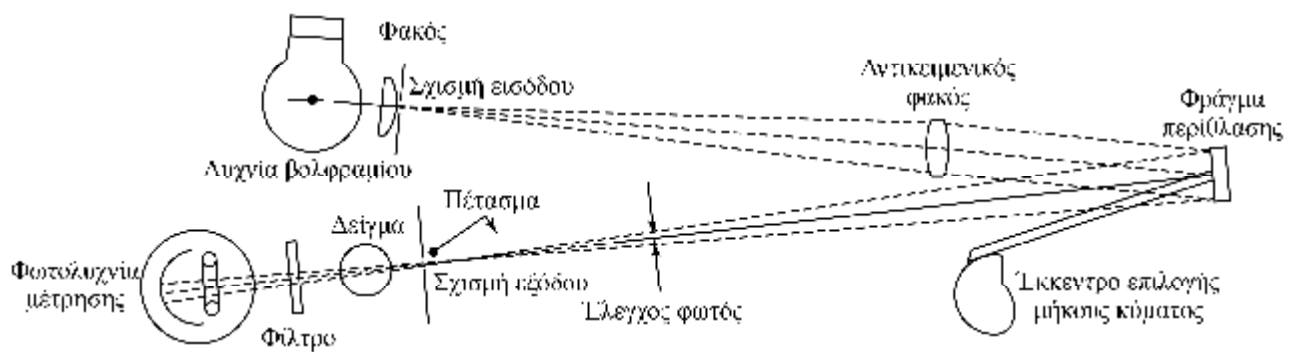


Φωτόμετρο (α) απλής και (β) διπλής δέσμης*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)



(α)



(β)

Φασματοφωτόμετρο Spectronic 20*

* (ΑΡΧΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ, D. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman, 5^η Έκδοση, Ελληνική Μετάφραση Καραγιάννη-Ευσταθίου-Χανιωτάκη, Εκδόσεις Κωσταράκη)